



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 20 575 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 62 D 37/00
B 62 D 15/02

⑦ Aktenzeichen: 102 20 575.2
② Anmeldetag: 8. 5. 2002
④ Offenlegungstag: 4. 12. 2003

DE 102 20 575 A 1

⑦① **Anmelder:**

Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

⑦② **Erfinder:**

Flechtner, Horst, 85748 Garching, DE; Smakman,
Hendrikus, Dr., 82057 Icking, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Erkennung einer Steilwandkurve an einem in eine solche Kurve hineinbewegten Fahrzeug

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung einer Steilwandkurve oder einer überhöhten Kurve an einem in eine solche Kurve hineinbewegten insbesondere zweispurigen Fahrzeug, insbesondere durch ein Fahrdynamik-Regelsystem, welches das Kurvenfahrverhalten des Fahrzeugs unter Auswertung verschiedener Sensorsignale überwacht und ggf. durch Systemeingriffe beeinflusst, wobei aus einer Beschleunigung des Fahrzeug-Aufbaus in Richtung der Fahrbahn in Verbindung mit einer erkannten Kurvenfahrt auf das Befahren einer Steilwandkurve bzw. einer überhöhten Kurve geschlossen wird. Bevorzugt wird eine solche Beschleunigung aus den Signalen zumindest eines Höhenstandssensors, mit Hilfe dessen der Abstand zwischen dem Fahrzeugaufbau und einem Fahrzeug-Rad bzw. einem damit verbundenem Fahrwerksteil gemessen werden kann, ermittelt. Eine durch eine Nickbewegung des Fahrzeug-Aufbaus hervorgerufene Höhenstandsänderung kann durch Berücksichtigung der Höhenstandssignale an allen Fahrzeug-Achsen und/oder durch Berücksichtigung von Antriebskräften oder Bremskräften eliminiert werden, während eine Wankbewegung des Fahrzeug-Aufbaus durch Berücksichtigung der Höhenstandssignale an den beiden Rädern einer Fahrzeug-Achse und/oder durch eine Abschätzung des Wankwinkels aus der gemessenen Querschleunigung eliminierbar ist.

DE 102 20 575 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung einer Steilwandkurve oder einer überhöhten Kurve an einem in eine solche Kurve hineinbewegten insbesondere zweispurigen Fahrzeug, insbesondere durch ein Fahrdynamik-Regelsystem, welches das Kurvenfahrverhalten des Fahrzeugs unter Auswertung verschiedener Sensorsignale überwacht und ggf. durch Systemeingriffe beeinflusst. Zum technischen Umfeld wird beispielshalber auf die DE 197 49 058 A1 verwiesen.

[0002] Mit einem Fahrdynamik-Regelsystem kann ein erheblich sichereres Fahrverhalten bspw. eines Personenkraftwagens erzielt werden, als ohne ein derartiges System. Als Beispiel für ein solches System sei das bekannte elektronische Stabilisierungsprogramm ESP oder ähnliche Systeme (bspw. DSC) anderer Hersteller genannt, wobei diese Systeme auf mehrere Messgrößen zugreifen, so üblicherweise auf den (vom Fahrer initiierten) Lenkrad-Drehwinkel, auf die Fahrzeug-Längs- bzw. Fahr-Geschwindigkeit, auf die Querbearschleunigung sowie auf die Gierrate des Fahrzeugs. Zwischen diesen Größen besteht im Normalfall ein eindeutiger Zusammenhang. Aus dem Lenkrad-Drehwinkel und der Fzg.-Geschwindigkeit kann man nämlich mittels eines einfachen Fahrzeugmodells eine Soll-Drehrate und eine Soll-Querbearschleunigung errechnen, die mit den von geeigneten Sensoren im Fahrzeug ermittelten, tatsächlichen Gieraten- und Querbearschleunigungssignalen verglichen werden kann.

[0003] Wenn nun bei einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs die Ergebnisse der Modellrechnung und die jeweiligen Sensorsignale nicht übereinstimmen, so kann man üblicherweise von einem unerwünschten Fahrtzustand, bspw. einem Ausbrechen des Fahrzeuges, ausgehen. Mittels eines geeigneten Eingriffs durch das Fahrdynamik-Regelsystem bspw. in das Bremssystem oder in das Lenksystem des Fahrzeugs kann daraufhin das Fahrzeug stabilisiert werden.

[0004] Das einfache Fahrzeugmodell liefert jedoch nur dann ausreichend exakte Sollwerte, wenn die Fahrbahn in der aktuell befahrenen Kurve nicht um die Längsrichtungs-Achse der Fahrbahn geneigt ist, d. h. wenn es sich nicht um eine sog. überhöhte Kurve handelt. Tatsächlich jedoch werden Fahrbahnkurven oftmals zumindest geringfügig überhöht gestaltet und können in Extremfällen quasi zu sog. Steilwandkurven ausgebildet sein, um die von Fahrzeugen maximal erreichbare Fahrgeschwindigkeit in diesen Kurven zu steigern. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im vorliegenden Text des besseren Verständnisses halber zu meist von Steilwandkurven, bei denen bekanntermaßen die Fahrbahn in Radialrichtung betrachtet zur Kurvenaußenseite hin geodätisch ansteigt, gesprochen wird, wobei jedoch auch lediglich geringfügig überhöhte Kurven (sowie – was in der Praxis relativ selten ist – auch Kurven, deren Fahrbahn zur Kurvenaußenseite hin geodätisch abfällt) unter den Begriff der "Steilwandkurve" fallen sollen.

[0005] Befindet sich das Fahrzeug in einer (typischen) Steilwandkurve, so ist (bspw. in einer vektoriellen Darstellung) klar ersichtlich, dass aufgrund der dann geneigten Fahrzeug-Position zumindest ein Teil der aus der Fahrzeug-Querbearschleunigung resultierenden Kraft durch die Erdbearschleunigung kompensiert wird. Ohne dass ein unerwünschter Fahrtzustand vorliegt kann es dann dazu kommen, dass die gerechneten Giergeschwindigkeiten und Querbearschleunigungen mit den gemessenen Giergeschwindigkeiten und Querbearschleunigungen nicht mehr übereinstimmen. Um solche aus dem Befahren von Steilwandkurven resultierende Fehler bzw. deren Auswirkungen in Form von Eingriffen eines Fahrdynamik-Regelsystems auszuschließen, arbeiten

derzeitige Fahrdynamik-Regelsysteme mit einer relativ breiten sog. Totzone, in der gewisse Unstimmigkeiten unberücksichtigt bleiben.

[0006] In einer Steilwandkurve verändert nämlich der quasi verbleibende, senkrecht zur Erdbearschleunigung (bzw. Erdanziehungskraft) wirkende Anteil bzw. Anteils-Vektor aus der Querbearschleunigung bzw. Querbearschleunigungskraft die vom Fahrzeug-Aufbau aus in Richtung der (ebenfalls geneigten) Fahrbahn wirkende Kraft bzw. Beschleunigung. Das Fahrzeug erfährt somit beim Durchfahren einer Steilwandkurve eine andere aus der Querbearschleunigung (bzw. Querbearschleunigungskraft) und der Erdbearschleunigung (bzw. Erdanziehungskraft) resultierende Beschleunigung bzw. Kraft in Richtung der Fahrbahn, als dies beim Durchfahren einer nicht überhöhten Kurve unter gleicher Querbearschleunigung (bzw. gleicher Querbearschleunigungskraft) der Fall ist.

[0007] Es wurde daher bereits versucht, mit einem im wesentlichen gängigen Fahrdynamik-Regelsystem bzw. mit den von diesem verwendeten Messfühlem oder Sensoren die Tatsache erkennen zu können, dass sich ein Fahrzeug in einer Steilwandkurve bewegt. Die eingangs genannte DE 197 49 058 A1 zeigt hierfür ein Beispiel. Dabei werden aus den verfügbaren Sensorsignalen zusätzlich sog. Vergleichsgrößen ermittelt und daraus unter Rückgriff auf die Sensorsignale geeignete Plausibilitätsabfragen durchgeführt. Insbesondere dient dabei die Giergeschwindigkeit als eine solche Vergleichsgröße. Diese Plausibilitätsabfragen müssen dabei über einen gewissen Zeitraum durchgeführt werden, was nicht nur aufwändig ist, sondern insbesondere zur Folge hat, dass die sog. Steilwanderkennung nur mit einem zeitlichen Verzug erfolgen kann.

[0008] Um sofort erkennen zu können, dass ein Fahrzeug in eine Steilwandkurve einfährt und somit den oben genannten zeitlichen Verzug zu vermeiden, ist grundsätzlich der Einbau eines zusätzlichen Sensors in das Fahrzeug vorstellbar, welcher die Drehrate um die Fzg.-Längsachse misst. Jedoch verhindert (bekanntermaßen) die ohne definierte Stützstellen unvermeidbare Aufintegration des Signalausgangs bei fahrzeugtauglichen Sensoren eine exakte Auswertung. Zur Abhilfe müsste erkennbar sein, wann die Fahrbahnneigung in Querrichtung den Wert "Null" besitzt, was mit einfachen Mitteln jedoch nicht möglich ist. Im übrigen sind fahrzeugtaugliche Drehratensensoren relativ teuer, während die üblichen, von Fahrdynamik-Regelsystemen benötigten und bereits vorhandenen Sensoren dieses gewünschte Signal nicht liefern können.

[0009] Auch ggf. an das Fahrzeug übermittelbare Daten aus einem bzw. für ein Navigationssystem, die bekanntermaßen eine Vielzahl von Informationen über den Fahrbahnverlauf enthalten können, liefern keine Information über die Fahrbahn-Querneigung bzw. eine Steilwandkurve sowie deren Ausgestaltung. Andererseits ist jedoch eine Steilwanderkennung wünschenswert, da – wie bereits erläutert wurde – bisherige Fahrdynamik-Regelsysteme aufgrund deren Fehlens eine relativ unempfindliche Voreinstellung benötigen, um unnötige Fehlermeldungen zu vermeiden.

[0010] Eine Abhilfemaßnahme für diese geschilderte Problematik aufzuzeigen, ist demzufolge Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass aus einer Beschleunigung des Fahrzeug-Aufbaus in einer zur Fahrbahn senkrechten Richtung (und insbesondere zur Fahrbahn hin gerichtet) in Verbindung mit einer erkannten Kurvenfahrt auf das Befahren einer Steilwandkurve bzw. einer überhöhten Kurve geschlossen wird. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind Inhalt der Unteransprüche.

[0012] Erfindungsgemäß wird der weiter oben bereits geschilderte Effekt, dass beim Befahren einer Steilwandkurve aufgrund der Fahrbahneigung unter Einfluss der Querbeschleunigung der Fahrzeug-Aufbau verstärkt in Richtung zur Fahrbahn hin beschleunigt wird, dazu genutzt, um diesen Fahrzustand (in einer sog. Steilwandkurve bzw. das Einfahren in eine solche) zu erkennen. Dabei soll zusätzlich abgefragt werden, ob das Fahrzeug aktuell in einer Kurve bewegt wird bzw. ob aktuell eine Kurvenfahrt erfolgt, was bspw. über einen vom Fahrer des Kraftfahrzeugs vorgegebenen Lenkradwinkel plausibilisiert werden kann. Ohne eine solche Lenkradwinkeländerung ist zumindest auf öffentlichen Fahrbahnen praktisch keine Einfahrt in eine Kurve mit großer Überhöhung möglich. Durch diese weitere Abfrage können somit Änderungen des Auftriebs des Fzg.-Aufbaus, die sich beispielsweise bei böigem Gegenwind einstellen können, eliminiert werden. Auch weitere Fehlerquellen können dadurch, dass neben einer Feststellung, dass eine Beschleunigung in Vertikalrichtung oder in einer zur Fahrbahn senkrechten Richtung erfolgt, weiterhin eine Feststellung über eine Kurvenfahrt erfolgt, zumindest im wesentlichen ausgeschlossen werden.

[0013] Dabei ist es vorteilhafterweise mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, aus einer (signifikanten) Fzg.-Aufbau-Beschleunigung in Vertikalrichtung bzw. in einer zur Fahrbahn senkrechten Richtung bereits beim Einfahren in eine sog. Steilwandkurve auf diesen Sachverhalt zu schließen, so dass dieses Verfahren spontan reagiert bzw. sehr schnell anspricht. Nochmals auf die Theorie bzw. auf das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens zurückkommend, addieren sich in Fahrbahn-Kurven mit großer Querneigung (bis hin zur Steilwand) die Erdbeschleunigung und die Querbeschleunigung vektoriell zu einer resultierenden Beschleunigung in Richtung zur Fahrbahn (oder in seltenen Fällen auch entgegengesetzt, stets jedoch in einer zur Fahrbahnoberfläche senkrechten Richtung), welche größer ist als die Erdbeschleunigung. Im Fahrzeug selbst kann im Extremfall keine Querbeschleunigung mehr gemessen werden, dagegen aber eine signifikante Erhöhung der Vertikalbeschleunigung.

[0014] Diese Änderung der Erdbeschleunigung insbesondere bei Einfahrt in eine Steilwandkurve kann nun bspw. mit einem vertikal messenden Beschleunigungssensor erfasst werden, d. h. dass zum Registrieren bzw. Messen einer solchen Beschleunigung des Fzg.-Aufbaus in Richtung der Fahrbahn (oder auch entgegengesetzt) grundsätzlich ein geeigneter Sensor, nämlich ein solcher zur Ermittlung der Vertikalbeschleunigung, im Fahrzeug bzw. am Fzg.-Aufbau vorgesehen sein kann. Eine Änderung der sensierten Vertikalbeschleunigung in Kurven ist dann ein Maß für die Kurvenüberhöhung (falls eine Kurve bzw. eine Kurvenfahrt auf geeignete Weise erkannt ist).

[0015] Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein Sensor mit vertikaler Messrichtung wegen der Abhängigkeit vom Cosinus des Neigungswinkels der Fahrbahn in Querrichtung nur relativ große Neigungswinkel erkennen kann, kann es empfehlenswert sein, einen solchen (zusätzlichen) Beschleunigungs-Sensor im Sinne fein auswertbarer Signale in einem Winkel von bspw. 45° zum (bereits vorhandenen) Querbeschleunigungs-Sensor versetzt zu verbauen. Eine Auswertung der Signale beider Beschleunigungssensoren ermöglicht dann eine hinsichtlich der Genauigkeit gesteigerte Auswertung bzw. Feststellung der Querneigung der Fahrbahn bzw. des Fahrzeugs.

[0016] Ein gewisser Nachteil der soweit beschriebenen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht jedoch darin, dass zumindest ein weiterer Beschleunigungs-Messaufnehmer benötigt wird, an den darüber hinaus

relativ hohe Genauigkeits- bzw. Empfindlichkeits-Anforderungen gestellt werden. Üblicherweise sind in Kraftfahrzeugen mit Fahrdynamik-Regelsystemen nämlich nur Sensoren für die Querbeschleunigung und ggf. künftig auch für die Längsbeschleunigung im Hinblick auf eine Steigungserkennung vorhanden. Bekannt sind andererseits elektronisch regelbare Stoßdämpfer mit veränderbarer Dämpfercharakteristik, zu deren Ansteuerung ebenfalls zumindest ein Vertikalbeschleunigungs-Aufnehmer benötigt wird. Ist somit ein derartiges Dämpfer-System im Fahrzeug verbaut, so ist – zumindest die Hardware betreffend – zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens praktisch kein zusätzlicher Aufwand nötig.

[0017] Kein eigenständiger Vertikalbeschleunigungs-Sensor zur Messung einer Beschleunigung in Vertikalrichtung ist vorteilhafterweise erforderlich, wenn – wie weiterhin vorgeschlagen wird – eine Beschleunigung des Fahrzeug-Aufbaus in Richtung der Fahrbahn aus den Signalen zumindest eines Höhenstandssensors, mit Hilfe dessen der Abstand zwischen dem Fahrzeugaufbau und einem Fahrzeug-Rad bzw. einem damit verbundenem Fahrwerksteil gemessen werden kann, ermittelt wird. Derartige Höhenstandssensoren sind nämlich bereits an vielen Kraftfahrzeugen serienmäßig verbaut und können zu einer Vielzahl von Zwecken vorgesehen sein bzw. es können deren Signale zu unterschiedlichen Zwecken ausgewertet werden. Beispielsweise kann eine Niveauregelanlage auf die Signale von Höhenstandssensoren zugreifen, ebenso wie eine Einstellvorrichtung für die sog. Xenon-Scheinwerfer, ggf. ein Luftfedersystem oder weiteres mehr. So sind Höhenstandssensoren für alle Fahrzeuge mit Xenon-Licht gesetzlich vorgeschrieben, um den Nickwinkel des Fzg.-Aufbaus zuverlässig zu erfassen und über die Leuchtweitenregulierung eine Blendung des Gegenverkehrs zu verhindern.

[0018] Es ist möglich, dass solche Höhenstandsinformationen lediglich für eine Fahrzeugseite eines zweispurigen Fahrzeugs vorliegen. Hingegen kann bei Fahrzeugen, die mit Luftfeder-Systemen ausgerüstet sind, je nach Bauart des Systems für jedes Rad ein Federwegsignal und somit ein Höhenstandssignal, ggf. zusätzlich ein Luftfeder-Innen-drucksignal vorhanden sein, so dass dann Höhenstandssensoren für beide Fahrzeugseiten vorhanden sein können. Unabhängig hiervon ist grundsätzlich der besondere Vorteil einer Verarbeitung der Signale von Höhenstandssensoren darin zu sehen, dass kein eigenständiger Beschleunigungssensor erforderlich ist. Es kann nämlich ebenso gut aus den zeitlich differenzierten Signalen zumindest eines sog. Höhenstandssensors auf die erfindungsgemäß zu überwachende Beschleunigung des Fzg.-Aufbaus zur Fahrbahn hin (bzw. von dieser weg) geschlossen werden.

[0019] Vorgeschlagen ist somit der Weg über die Auswertung der bereits vorhandenen Höhenstandssignale ohne eine zusätzliche Sensorik, d. h. ohne einen zusätzlichen Vertikalbeschleunigungssensor, wenngleich ein solcher durchaus vorhanden sein kann, evtl. auch nur zur Durchführung eines Signalabgleichs. Dabei führt eine bei einer Fahrt in einer Steilwandkurve auftretende Änderung der Kraft in Richtung zur Fahrbahn hin bzw. allgemein in einer zur Fahrbahnoberfläche senkrechten Richtung stets zu einem veränderten Federweg im Radaufhängungssystem des Fahrzeugs, und zwar abhängig von der Fzg.-Fahr-Geschwindigkeit, von der Überhöhung der Kurve und vom Kurvenradius.

[0020] Zwei- oder mehrachsige Kraftfahrzeuge können mit einer sog. Niveauregulierungsanlage ausgerüstet sein, wobei diese zumeist den Höhenstand des Fzg.-Aufbaus gegenüber den Radführungsgliedern an der Fzg.-Hinterachse verändert. In diesem Falle kann eine Auswertung der Hinterachsfeder-Wege bzw. der Höhenstandssignale an der

Fzg.-Hinterachse insbesondere bei einer schnell reagierenden Niveauregelanlage zu falschen Resultaten führen, weshalb weiter vorgeschlagen wird, dass das oder die Höhenstandssignal(e) im Bereich eines oder der an einer Achse ohne eine Niveauregeleinrichtung, insbesondere an der Vorderachse befindlichen Rades oder Räder ausgewertet wird/werden. Vorteilhafterweise sind die Federwege (bzw. Höhenstandssignale) an der Vorderachse des Fahrzeugs ohnehin unempfindlicher gegenüber Änderungen der Beladung des Fahrzeugs. Bei Fahrzeugen, die nicht mit einer Niveauregulierungsanlage ausgerüstet sind, ist jedoch ohne weiteres eine Auswertung auch bezüglich des oder der an der Fzg.-Hinterachse vorgesehenen Höhenstandssensors oder -Sensoren möglich.

[0021] Eine Einfahrt in eine (stark) überhöhte Kurve ist grundsätzlich am parallelen Einfedern der Vorderräder zu erkennen, jedoch führt auch eine Verzögerung des Fahrzeugs in Längsrichtung bspw. durch einen vom Fahrer angelegten Bremsdruck oder durch ein Schleppmoment des Fzg.-Antriebsaggregats zu einem solchen Verhalten. Um bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens möglicherweise aus derartigen Nickbewegungen resultierende Fehler sicher auszuschließen, wird weiter vorgeschlagen, dass eine durch eine Nickbewegung des Fzg.-Aufbaus hervorgerufene Höhenstandsänderung durch eine Berücksichtigung der Höhenstandssignale an allen Fzg.-Achsen und/oder durch eine Berücksichtigung von Antriebskräften oder Bremskräften keinen Eingang in die Steilwand-Erkennung findet. In anderen Worten ausgedrückt kann somit ein Vergleich der Höhenstandssignale (bzw. deren Differentialquotienten) für beide Achsen einen möglichen Fehlschluss aus einer stattfindenden Nickwinkeländerung eliminieren. Ein solcher Fehlschluss kann aber auch durch die Berücksichtigung der Fahr-Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Verbindung mit einer Berücksichtigung eines Bremsvorganges (und somit bspw. eines Bremsdrucksignals) sowie des einwirkenden Momentes des Fzg.-Antriebsaggregates vermieden werden. Durch Überwachung derartiger Faktoren oder Einflussgrößen, die bekanntermaßen insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten ein Nicken des Fzg.-Aufbaus, d. h. eine Kippbewegung um die Fzg.-Querachse hervorrufen können, kann eine festgestellte Höhenstandsänderung einer solchen Nickbewegung zugeordnet werden, so dass dann nicht auf die Einfahrt in eine Steilwandkurve geschlossen werden kann bzw. geschlossen wird.

[0022] Im übrigen ist es auch möglich, Störeinflüsse mittels einer geeigneten Filterung der Fahrzeug-Höhenstandssignale insbesondere mit einer relativ langen Zeitkonstanten (in einer Größenordnung höher 1 Sekunde) weitgehend zu eliminieren. Insbesondere wenn nur ein Höhenstands-Signal für eine Fahrzeugseite eines zweispurigen Fahrzeugs vorhanden ist, kann (sicherheitshalber) die Zeitkonstante der Filterung soweit erhöht werden, dass mögliche Effekte durch eine asymmetrische Bodenwelle ausgeschlossen werden.

[0023] Während einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs können Radhubänderungen auftreten, ohne dass sich die Gesamt-Radaufstandskraft ändert. Dieser bekannt Effekt wird als Aufstützen bezeichnet, wobei der Fzg.-Aufbau gegenüber den Rädern angehoben wird, ohne dass sich dabei die Radlast ändert. Um daraus resultierende Fehlinterpretationen zu vermeiden, kann auch ein sog. Aufstützfaktor in die erfindungsgemäße Erkennung einer Steilwandkurve bzw. in die Ermittlung der entsprechenden Kurvenüberhöhung mit eingehen, wobei dieser Aufstützfaktor seinerseits aus dem Kurvenradius bzw. dem vom Fahrer aufgetragenen Lenkwinkel (oder Lenkradwinkel) sowie der aktuellen Fzg.-Fahr-Geschwindigkeit errechnet werden kann.

[0024] Weiter oben wurde bereits erläutert, wie evtl. Störeinflüsse aus Nickbewegungen des Fzg.-Aufbaus bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eliminiert werden können, wobei ausdrücklich darauf hingewiesen sei, dass dies nicht nur dann, wenn die Signale eines oder mehrerer Höhenstandssensoren ausgewertet werden, so erfolgen kann, sondern auch dann, wenn die (beim Befahren von Steilwandkurven) festzustellende Beschleunigung des Fzg.-Aufbaus im wesentlichen in Vertikalrichtung bzw. zur Fahrbahn hin mittels eines Vertikal-Beschleunigungsaufnehmers oder dgl. ermittelt wird.

[0025] Vergleichbares gilt für eine Wankbewegung des Fzg.-Aufbaus, d. h. ein Verschwenken um die Fzg.-Längsachse. Diese kann entweder durch Berücksichtigung der Höhenstandssignale an den beiden Rädern einer Fzg.-Achse und/oder durch eine Abschätzung des Wankwinkels aus der gemessenen Fzg.-Querbeschleunigung festgestellt werden, und soll dann (analog einer Nickbewegung aufgrund einer positiven oder negativen Fzg.-Längsbeschleunigung) keinen Eingang in die erfindungsgemäße Steilwand-Erkennung finden. In anderen Worten ausgedrückt ist ein Wankwinkel entweder bereits bekannt, nämlich dann wenn links- und rechtsseitig bevorzugt an der Fzg.-Vorderachse jeweils ein Höhenstandssensor vorgesehen ist, oder es kann der Wankwinkel über den – im Fahrdynamik-Regelsystem bereits vorhandenen – Messwert der Fzg.-Querbeschleunigung abgeschätzt werden. Zwischen dem Wankwinkel und der Fzg.-Querbeschleunigung besteht nämlich im wesentlichen ein direkter Zusammenhang über die Federkennlinie, die entweder in einer elektronischen Steuereinheit (bspw. des Fahrdynamik-Regelsystems) als bekannt abgelegt sein kann oder über eine ggf. vorgesehene sog. Beladungserkennung zumindest in groben Stufen erlernbar ist.

[0026] Weiterhin können Unterschiede bezüglich der möglichen Fahrzeug-Masse berücksichtigt werden, indem das Fzg.-Aufbau-Verhalten bzw. die Höhenstandssignale im Falle einer positiven oder negativen Beschleunigung in Fzg.-Längsrichtung beobachtet wird/werden. Defacto sind Abweichungen der absoluten Höhenstände (zwischen dem Fzg.-Aufbau und den Rädern bzw. der Fahrbahn), hervorgerufen durch hohe Radlasten bzw. unterschiedlich starke Beladung des Fahrzeugs, unvermeidbar, was zu einer Verfälschung der Mess-Ergebnisse im Hinblick auf den Grad der Überhöhung einer durchfahrenen Steilwandkurve führen kann. Andererseits ist es möglich, eine aktuelle Fahrzeugbeladung ausreichend genau aus dem Fahrverhalten des Fahrzeugs zu ermitteln, bspw. durch Beobachtung der Höhenstandswerte bei Anfahrvorgängen, wozu auf die nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldungen 101 48 091 und 101 48 096 verwiesen werden kann. Wenn bspw. mithilfe des darin beschriebenen Algorithmus die aktuelle Beladung des Fahrzeugs bzw. die aktuelle Fzg.Masse ausreichend genau bekannt ist, so kann diese auch im Rahmen des vorliegenden erfindungsgemäßen Verfahrens berücksichtigt werden, um aus dem Grad der Höhenstandsänderung – dann in Kenntnis der Fzg.-Masse – den Grad der Überhöhung der soeben befahrenen Steilwandkurve bestimmen zu können.

[0027] Grundsätzlich kann also nicht nur festgestellt werden, dass eine Steilwandkurve oder überhöhte Kurve befahren wird, sondern es kann auch deren Überhöhung, d. h. die Fahrbahn-Neigung in Fahrbahn-Querrichtung ausreichend genau bestimmt werden. Hierfür kann ein entsprechender Auswertalgorithmus geeignet ausgelegt werden, und zwar unabhängig davon, ob die sog. Steilwanderkennung mittels zumindest eines geeigneten Beschleunigungssensors oder unter Auswertung der Signale eines oder mehrerer Höhenstandssensoren erfolgt.

[0028] Was die Anforderungen an die Signalqualität der

Höhenstandssensorik betrifft, so sind diese zur Erzielung einer ausreichend genauen Aussage über eine Kurven-Überhöhung nicht höher als beim bereits bisherigen Anwendungsgebiet, nämlich für die Leuchtweitenregulierung (insbesondere von Xenon-Scheinwerfern), da nur relativ schnelle Änderungen und nicht absolute Höhenstände erkannt werden sollen. Daher können die Toleranzen für Temperaturfehler und Linearitätsfehler der Höhenstandssignale relativ hoch liegen. Im übrigen kann – wie weiter oben bereits erwähnt wurde – ein Abgleich mit einem ggf. bereits verbaute Sensor zur Ermittlung der Vertikalbeschleunigung (bspw. in Verbindung mit elektronisch regelbaren Dämpfersystemen) erfolgen, bspw. um einen Einfluss von langwelligen Fahrbahn-Unebenheiten auf das Fahrzeuggewicht zu korrigieren.

[0029] Insgesamt ist aus der Auswertung der Höhenstandssignale eine Information über eine Einfahrt in eine Steilwandkurve ableitbar sowie deren Überhöhung feststellbar, wobei im Hinblick auf realitätsnahe Messergebnisse die verfügbaren Sensorsignale geeignet gefiltert, insbesondere mit geeigneter Frequenz tieffpassgefiltert werden können. Man erhält mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine ausreichend genaue Information über eine Fahrbahnquerneigung, bevorzugt ohne zusätzliche Sensorik. Mit diesen zusätzlichen Informationen bzw. mit einer solchen zusätzlichen Eingangsgröße kann ein Fahrdynamik-Regelsystem eines Kraftfahrzeugs, bspw. Personenkraftwagens, gegenüber dem heutigen Stand wesentlich verfeinert abgestimmt werden, da Fehlermeldungen bei stark überhöhten Kurven vermieden werden können. Diese Informationen über das Befahren einer Steilwandkurve können im übrigen auch bei regelungstechnischen Eingriffen in das Lenksystem des Fahrzeugs verwertet werden, ebenso wie bei einer Leuchtweitenregulierung bzw. Scheinwerfer-Lichtkegel-Positionierung, wobei noch darauf hingewiesen sei, dass durchaus eine Vielzahl von Details abweichend von obigen Erläuterungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

40

1. Verfahren zur Erkennung einer Steilwandkurve oder einer überhöhten Kurve an einem in eine solche Kurve hineinbewegten insbesondere zweispurigen Fahrzeug, insbesondere durch ein Fahrdynamik-Regelsystem, welches das Kurvenfahrverhalten des Fahrzeugs unter Auswertung verschiedener Sensorsignale überwacht und ggf. durch Systemeingriffe beeinflusst, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus einer Beschleunigung des Fahrzeug-Aufbaus in einer zur Fahrbahn senkrechten Richtung und dabei insbesondere zur Fahrbahn hin gerichtet in Verbindung mit einer erkannten Kurvenfahrt auf das Befahren einer Steilwandkurve bzw. einer überhöhten Kurve geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beschleunigung des Fahrzeug-Aufbaus in Richtung der Fahrbahn aus den Signalen zumindest eines Höhenstandssensors, mit Hilfe dessen der Abstand zwischen dem Fahrzeugaufbau und einem Fahrzeug-Rad bzw. einem damit verbundenem Fahrwerksteil gemessen werden kann, ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2 für ein zweiachsiges Kraftfahrzeug, insbesondere einen Personenkraftwagen, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Höhenstandssignal(e) im Bereich eines oder der an einer Achse ohne eine Niveauregeleinrichtung, insbesondere an der Vorderachse befindlichen Rades oder Räder ausgewertet wird/werden.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beschleunigung des Fzg.-Aufbaus in Richtung der Fahrbahn aus den Signalen eines geeigneten Sensors zur Ermittlung der Vertikalbeschleunigung ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch eine Nickbewegung des Fzg.-Aufbaus hervorgerufene Höhenstandsänderung durch Berücksichtigung der Höhenstandssignale an allen Fzg.-Achsen und/oder durch Berücksichtigung von Antriebskräften oder Bremskräften keinen Eingang in die Steilwand-Erkennung findet.

6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wankbewegung des Fzg.-Aufbaus durch Berücksichtigung der Höhenstandssignale an den beiden Rädern einer Fzg.-Achse und/oder durch eine Abschätzung des Wankwinkels aus der gemessenen Querbewegung keinen Eingang in die Steilwand-Erkennung findet.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Unterschiede bezüglich der möglichen Fahrzeug-Masse berücksichtigt werden, indem das Fzg.-Aufbau-Verhalten bzw. die Höhenstandssignale im Falle einer positiven oder negativen Beschleunigung in Fzg.-Längsrichtung beobachtet wird/werden.

8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhenstandssignale mit einer relativ langen Zeitkonstanten (insbesondere in einer Größenordnung größer 1 sec.) gefiltert werden.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein sog. Aufstützfaktor zur Berücksichtigung des Aufstützens bei Kurvenfahrt mit eingeht, der insbesondere aus dem aktuellen Lenkwinkel und der Fzg.-Fahr-Geschwindigkeit errechnet wird.

- Leerseite -

AN: PAT 2004-044735
TI: Detecting banked bend in vehicle moving in bend, involves
detecting acceleration of vehicle structure perpendicular to
road direction and especially towards road in connection with
detected bend travel
PN: DE10220575-A1
PD: 04.12.2003
AB: NOVELTY - The method especially involves a vehicle dynamics
control system monitoring the vehicle's behavior when traveling
round a bend by evaluating various sensor signals. The system
can influence vehicle behavior by system intervention. A
conclusion can be drawn regarding traveling round a banked bend
from acceleration of the vehicle structure perpendicular to the
road direction and especially towards the road in connection
with detected bend travel.; USE - For detecting a banked bend
in vehicle moving in such a bend. ADVANTAGE - Overcomes certain
disadvantages of conventional arrangements, e.g. enables
unnecessary fault messages regarding vehicle dynamics control
systems to be prevented.
PA: (BAYM) BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG;
IN: FLECHTNER H; SMAKMAN H;
FA: DE10220575-A1 04.12.2003;
CO: DE;
IC: B62D-015/02; B62D-037/00;
MC: X22-E; X22-M; X22-P11; X22-X06B;
DC: Q22; X22;
PR: DE1020575 08.05.2002;
FP: 04.12.2003
UP: 20.01.2004

THIS PAGE BLANK (USPTO)